

10 . POSICIONAMENTO DA SINALIZAÇÃO SEMAFÓRICA

Os dispositivos de sinalização semafórica **devem** ser implantados segundo critérios de projeto, de modo que a informação resultante para os condutores de veículos (motorizados e não motorizados) e para os pedestres seja clara e que a visibilidade dos dispositivos luminosos ocorra a distâncias adequadas e seguras para os processos de tomada de decisão. Também **devem** ser consideradas as interferências que os dispositivos podem causar na circulação dos pedestres nas calçadas e nos acessos de veículos a lotes lindeiros.

10.1 Sinalização semafórica veicular

Neste item, a expressão sinalização semafórica veicular refere-se à sinalização semafórica para o controle de veículos motorizados. A questão das sinalizações semafóricas para ciclistas será tratada no item 10.3.

10.1.1 Padronização do posicionamento de semáforos

Existem basicamente dois padrões de posicionamento de semáforos em interseções: antes e depois da via transversal, apresentando cada um deles características operacionais próprias.

Neste manual não se pretende recomendar a adoção de um único padrão nacional, mas sim a opção, pelo município ou região, de um único padrão. É importante que os projetos sejam desenvolvidos sempre com o mesmo padrão para manter a clareza e padronização da sinalização. Em alguns locais pode ser impossível obedecer integralmente ao padrão adotado, seja pela dificuldade de posicionamento dos semáforos no local pretendido ou pela maior conveniência de colocação em local fora do padrão, por motivos de segurança ou de situações críticas de fluidez. O descumprimento do padrão somente deve ocorrer em caráter excepcional.

As Tabelas 10.1 e 10.2 apresentam as principais características de cada um dos padrões de posicionamento em relação ao comportamento de condutores e pedestres e à segurança e fluidez das vias.

Tabela 10.1: Características da posição do semáforo antes da via transversal

TÓPICO	CARACTERÍSTICA
Parada na linha de retenção	Induz o condutor a parar o veículo antes da linha de retenção devido à condição de visualização do semáforo.
Transposição da interseção	Transposição da interseção sem informação da indicação luminosa do semáforo.
Travessia de pedestres	Induz o condutor a parar o veículo antes da faixa de travessia de pedestres devido à condição de visualização do semáforo.
Visibilidade do semáforo	Reduz os riscos de saída antecipada dos veículos devido à dificuldade de visualização do semáforo da via transversal.
Quantidade de material	Necessidade de implantar semáforos adicionais para que os condutores possam visualizar os focos a curta distância. Em determinadas situações a implantação de semáforos para pedestres é necessária devido à dificuldade que os pedestres têm para visualizar a indicação dos veículos.
Caixa de acumulação de veículos	Caixas de acumulação pequenas podem não comportar a quantidade de veículos armazenados, devido ao fato de ser necessário manter distância mínima de visibilidade entre a linha de focos e a retenção.
Interferências	A visualização clara da linha de focos em coluna simples pode ser prejudicada pelas interferências laterais, tais como postes de energia elétrica e árvores.

Tabela 10.2: Características da posição do semáforo depois da via transversal

TÓPICO	CARACTERÍSTICA
Parada na linha de retenção	Devido à facilidade de visualização dos grupos focais posicionados após a interseção, pode haver desrespeito à faixa de retenção e consequentes invasões da faixa de pedestres pelos veículos.
Transposição da interseção	Transposição da interseção com informação da indicação luminosa do semáforo.
Travessia de pedestres	Os pedestres, mesmo sem grupos focais específicos, geralmente conseguem visualizar a operação da sinalização semafórica por meio dos grupos veiculares, e compreender quando as correntes de tráfego são interrompidas para que eles possam realizar as travessias.
Visibilidade do semáforo	Pode haver saída antecipada dos veículos devido à possibilidade de visualização do semáforo da via transversal.
Quantidade de material	Geralmente não é necessário implantar semáforos veiculares adicionais para a visibilidade dos focos a curta distância.
Caixa de acumulação de veículos	A caixa de acumulação pode iniciar no limite da área de conflito da interseção, maximizando a quantidade de veículos acumulados.
Interferências	A visualização clara da linha de focos em coluna simples é menos prejudicada pelas interferências laterais, tais como postes de energia elétrica e árvores.

Em qualquer dos padrões de posicionamento de semáforos, é necessário que as interferências visuais sejam observadas. A verificação em campo é fundamental, pois só assim é possível avaliar a visibilidade dos semáforos sob o ponto de vista do pedestre e do condutor.

Da mesma forma, é necessário verificar periodicamente as condições de visibilidade dos semáforos, que podem ser obstruídos por interferências visuais tais como galhos de árvores, painéis publicitários, alinhamento dos postes de energia elétrica e, até mesmo, sinalização de trânsito implantada posteriormente ao semáforo. Essa verificação **deve** ser realizada em diferentes períodos do dia e em diferentes condições de luminosidade ambiente.

10.1.2 Visibilidade dos semáforos (grupos focais)

Os semáforos (grupos focais) de uma aproximação **devem** ser visíveis ao condutor de veículos motorizados sob duas condições:

- ✓ quando o veículo está em movimento de aproximação de local semaforizado - “visibilidade à distância”;
- ✓ quando o veículo está parado na linha de retenção - “visibilidade a partir da linha de retenção”.

a) **Visibilidade à distância:** A visibilidade do semáforo, seja em suporte projetado sobre a via ou em coluna simples, para o condutor de veículo em movimento de aproximação, **deve** considerar o campo visual do condutor (Figura 10.1) e a sua velocidade de aproximação.

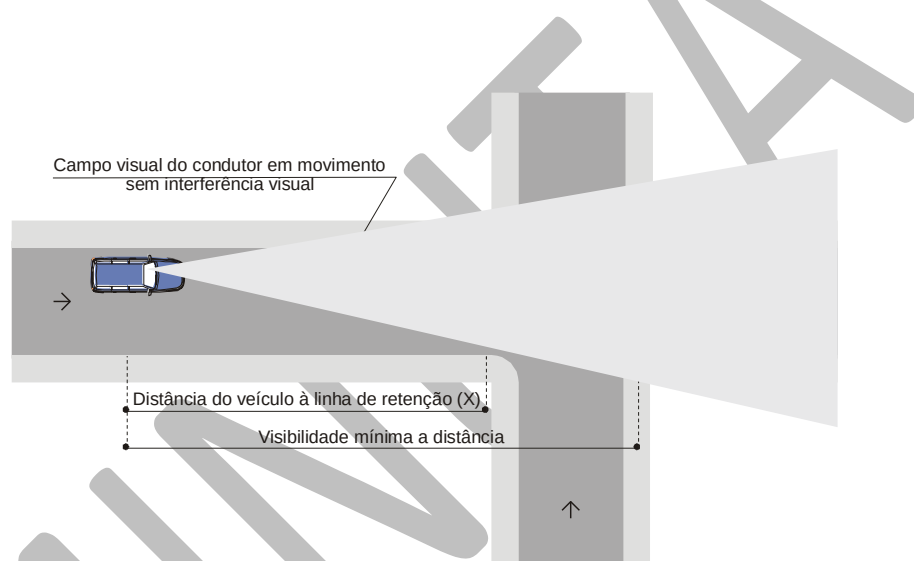


Figura 10.1: Campo visual do condutor em movimento

A visibilidade à distância **deve** garantir o tempo necessário para o condutor perceber, reagir e parar o seu veículo na linha de retenção, de forma segura. A distância percorrida pelo veículo durante o tempo de percepção, reação e frenagem (“X” na Figura 10.1) é obtida pela Equação 10.1. Esta distância é denominada distância de visibilidade de parada.

$$X = v \times t_{pr} + \frac{v^2}{2(a_{ad} \pm ig)} \quad (10.1)$$

em que: X = distância de visibilidade de parada, em metros;

v = velocidade regulamentada da via, em m/s;

t_{pr} = tempo de percepção e reação, em s;

a_{ad} = desaceleração, em m/s²;

i = inclinação da via na aproximação (m/m), sendo “+” em aclives e “-” em declives;

g = aceleração da gravidade, em m/s^2 .

Usualmente, adotam-se os seguintes valores para as grandezas envolvidas:

$$t_{pr} = 1,0 \text{ s};$$

$$a_{ad} = 3,0 \text{ m/s}^2;$$

$$g = 9,8 \text{ m/s}^2.$$

A Tabela 10.3 fornece os valores da distância de visibilidade de parada em função da velocidade e dos valores usualmente adotados para t_{pr} e a_{ad} .

Tabela 10.3: Distância de Visibilidade de Parada em Função da Velocidade

VELOCIDADE (km/h)	DISTÂNCIA DE VISIBILIDADE DE PARADA(m)
30	20
40	32
50	46
60	63
70	82
80	105

Os valores de a_{ad} e t_{pr} adotados para o cálculo das distâncias da Tabela 10.3 são para as seguintes condições de projeto: via plana ($i = 0$), livre de poluição visual e pavimento com boa aderência.

b) Visibilidade a partir da linha de retenção: A visibilidade do grupo focal pelo condutor do veículo parado na linha de retenção depende do atendimento às condições apresentadas em b.1 e b.2.

b.1. A distância do grupo focal à linha de retenção (D), projetada no plano horizontal, **deve** ser obtida pela Equação 10.2. Esta equação considera o ângulo vertical de 20 graus, em relação à linha de visada natural do condutor (Figura 10.2).

$$D \geq \frac{H + A - B}{\text{tg } 20^\circ} - C \quad (10.2)$$

$$\text{ou seja: } D \geq [(H - 0,25)/0,36] - 1,5$$

em que:

A = dimensão média da altura do grupo focal, em metros,

B = altura adotada dos olhos do condutor sentado no veículo, em metros,

C = distância adotada entre os olhos do condutor e a frente do veículo, em metros,

D = distância da linha de retenção até o grupo focal, em metros,

H = altura livre do solo à base do grupo focal, em metros e

$$\operatorname{tg} 20^{\circ} = 0,36$$

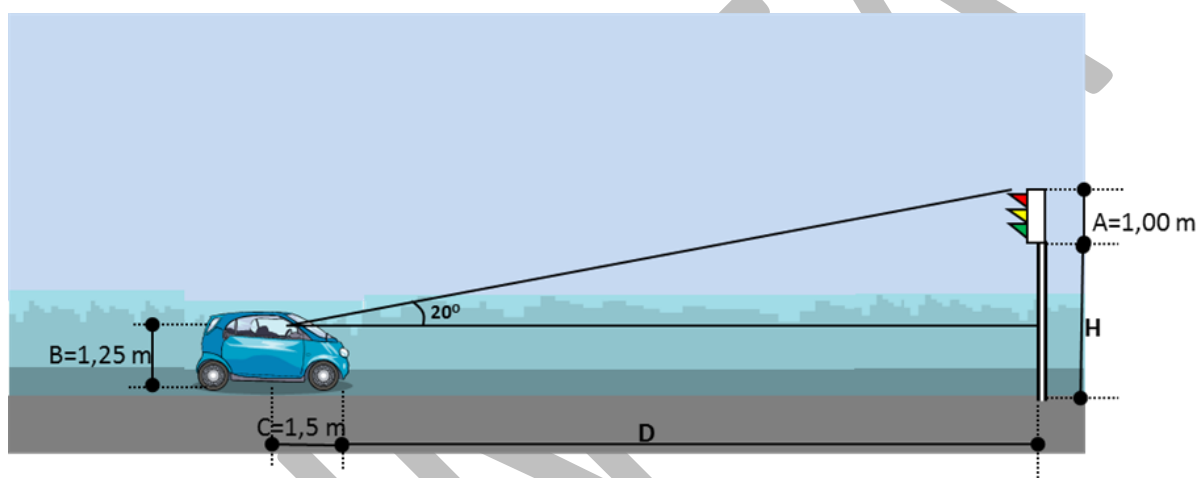


Figura 10.2: Distância do grupo focal à linha de retenção

A Tabela 10.4 fornece as distâncias da linha de retenção aos grupos focais:

- ✓ mínimas, considerando as alturas livres a partir do nível do solo para fixação dos grupos focais veiculares, sendo $H=2,40$ m quando instalados em coluna simples e $H=5,50$ m quando instalados em suporte projetado sobre a via (braço projetado, pórtico, cordoalha);
- ✓ máximas, estabelecidas empiricamente para evitar o comprometimento da visibilidade e legibilidade.

Tabela 10.4: Distância da Linha de Retenção ao Grupo Focal

DISTÂNCIA DA LINHA DE RETENÇÃO (D)	MÍNIMA (m)	MÁXIMA (m)
Semáforo em coluna simples (H=2,40m)	4,50	30,00
Semáforo projetado sobre a via (H=5,50m)	13,00	30,00

No caso das condições locais não permitirem que seja respeitada a distância mínima da linha de retenção ao grupo focal indicada na Tabela 10.4, **deve** ser colocado grupo focal repetidor em altura compatível com a distância disponível.

b.2. O ângulo entre o eixo de cada aproximação e a linha de visada ao grupo focal **deve** ser menor ou igual a 20 graus (ver Figura 10.3).

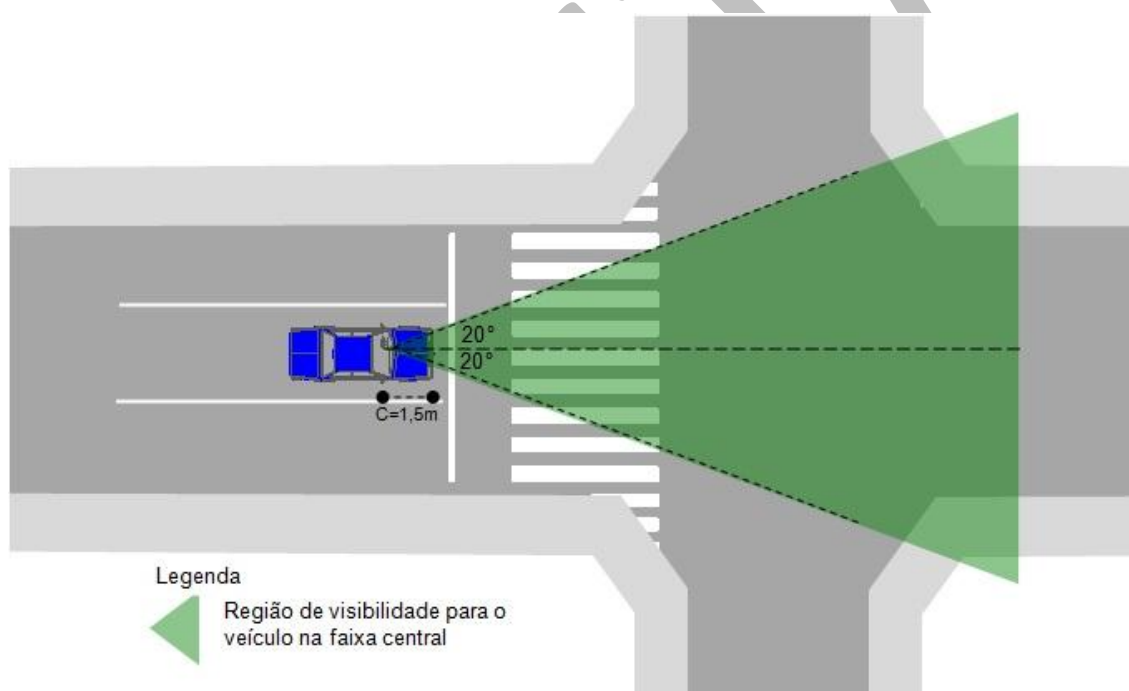


Figura 10.3: Ângulo entre a linha de visada do condutor e o eixo da faixa

10.1.3 Quantidade e posicionamento de grupos focais

Para o condutor parado junto à linha de retenção, **deve** ser garantida em todas as faixas a visibilidade de pelo menos um grupo focal, de acordo com os critérios b.1 e b.2 do item 10.1.2.

A garantia dessa visibilidade pode exigir o uso de mais de um grupo focal, implantado em coluna simples ou em braço projetado, de acordo com as características do local.

Para o condutor de veículo em movimento, é importante assegurar a informação da indicação luminosa vermelha à distância, considerando a possibilidade de queima de uma lâmpada.

Para tanto, uma das seguintes medidas **deve** ser adotada:

- ✓ usar, pelo menos, um grupo focal com LED;
- ✓ implantar, pelo menos, um grupo focal com dois focos vermelhos;
- ✓ instalar dois grupos focais.

10.1.4 Critérios para o projeto de locação

O projeto de locação **deve** atender:

- ✓ distância de visibilidade de parada em função da velocidade (item 10.1.2.a);
- ✓ distâncias de visibilidade mínimas e máximas dos grupos focais em relação à linha de retenção (item 10.1.2.b);
- ✓ quantidade mínima de grupos focais (item 10.1.3);
- ✓ em vias de mão dupla, sem canteiro central, a sinalização semafórica **deve** ser implantada do lado direito.

Atendidos os critérios anteriormente referidos, **deve-se** procurar reduzir o número de colunas a ser implantadas, considerando que podem ser fixados em uma mesma coluna mais de um grupo focal, veicular ou de pedestres.

10.1.5 Afastamento lateral e altura livre

O afastamento lateral mínimo de todo e qualquer elemento de sinalização semafórica **deve** ser de 0,30 metros do meio fio, conforme indicado na Figura 10.4.

Usualmente as colunas semafóricas são implantadas a uma distância de 0,80 metros do meio-fio.

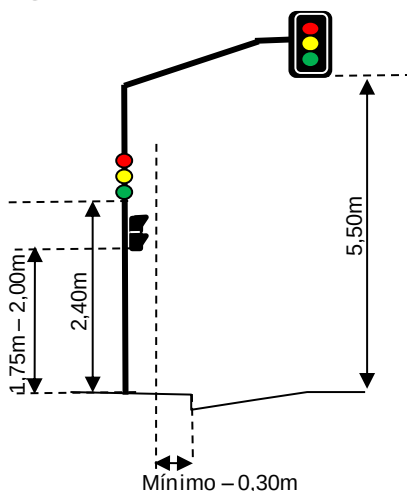


Figura 10.4: Afastamento lateral e altura livre do grupo focal

Nos locais em que não for possível garantir este afastamento com a colocação do grupo focal à frente da coluna, pode-se fixar o grupo lateralmente à coluna, com suportes espaçadores.

A altura livre do anteparo dos grupos focais em projeção sobre a via **deve** ser de 5,50 metros, podendo variar para mais em situações específicas (ver Figura 10.4).

A altura livre dos grupos focais ou anteparos fixados em colunas **deve** ser de 2,40 metros, podendo variar para mais em situações específicas (ver Figura 10.4).

10.1.6 Casos especiais

10.1.6.1 Aproximação em curva vertical e horizontal

Nas aproximações em aclives que se tornam planas junto à interseção com semáforo posicionado após a interseção, e que não atendam às condições de visibilidade mínima à distância (item 10.1.2), **deve** ser verificado se a elevação do grupo focal proporciona a visibilidade necessária. No caso desta solução não atender, **deve** ser instalado um grupo focal antecipado, além daquele utilizado para atender a visibilidade junto à linha de retenção.

No caso da instalação de grupo focal antecipado, esse grupo não pode ser posicionado antes da linha de retenção (ver Figura 10.5).

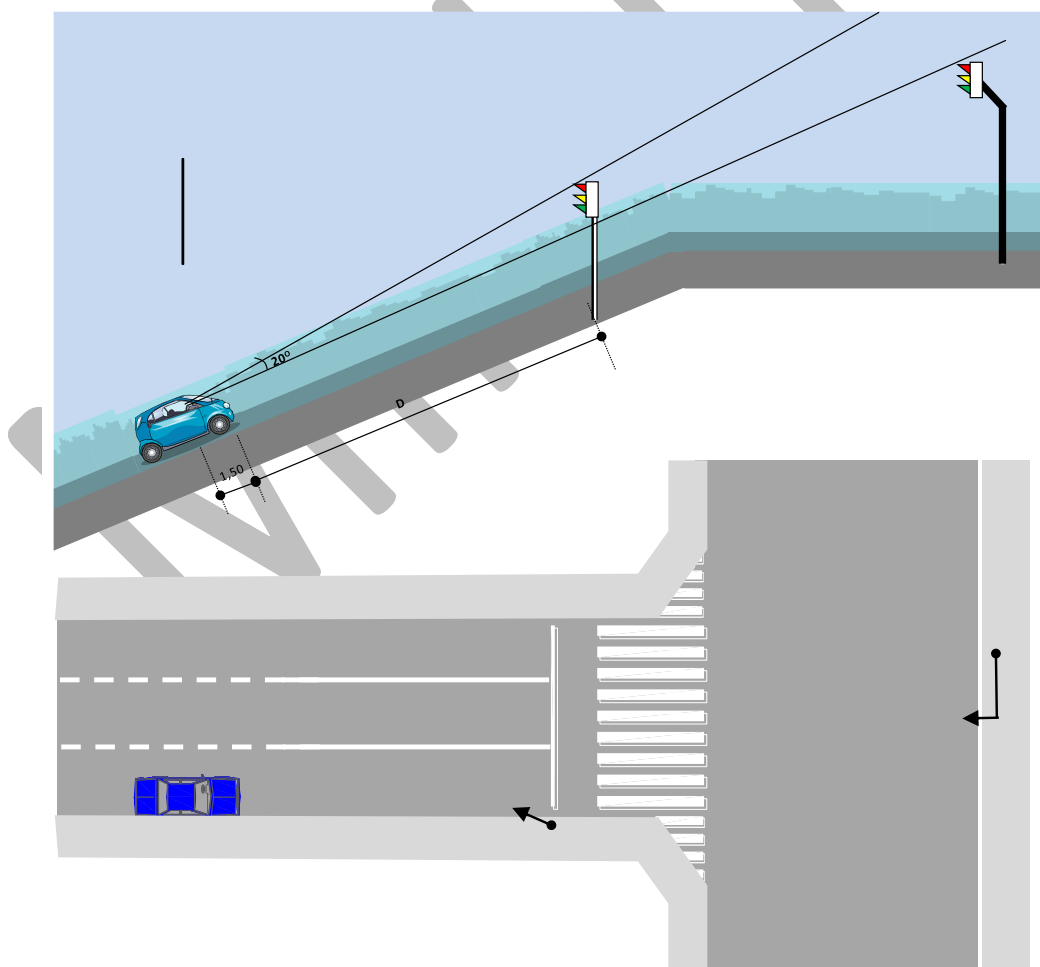


Figura 10.5: Aproximação em curva vertical (posicionamento após a interseção)

Nas aproximações em curva horizontal, em que a distância de visibilidade ao grupo focal for inferior à distância de visibilidade de parada (“X” na Figura 10.1), **deve** ser verificada a necessidade de colocação de grupo focal antecipado, além do utilizado para atender a visibilidade junto à linha de retenção (ver Figura 10.6).

No caso da instalação de grupo focal antecipado, esse grupo não pode ser posicionado antes da linha de retenção.

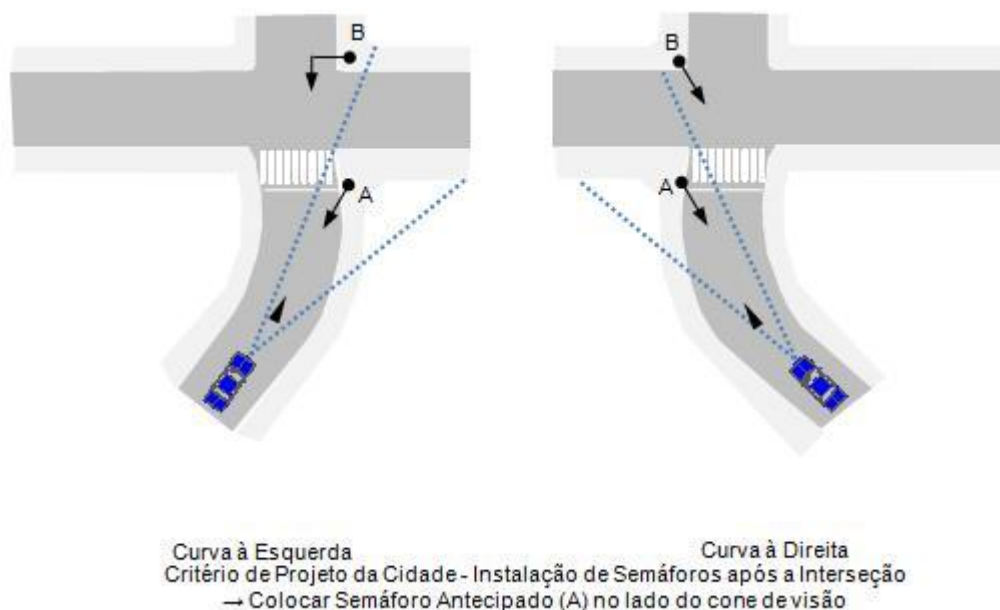


Figura 10.6: Semáforo em curva horizontal de via de mão única (posicionamento após a interseção)

Nos casos de curvas acentuadas, **deve** ser observado o disposto no **Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito, Volume II – Sinalização Vertical de Advertência** e **Volume IV – Sinalização Horizontal**, a fim de informar que há uma sinalização semafórica adiante.

Em casos específicos, a sinalização vertical de advertência pode ser complementada com a sinalização luminosa de advertência para alertar o condutor da existência de semáforo adiante.

10.1.6.2 Caixa de acomodação pequena

Existem situações em que a geometria ou sinalização da via resulta em uma caixa pequena para a acomodação dos veículos. Nessas situações, a linha de retenção **deve** sempre estar posicionada de modo a permitir que a caixa de acomodação comporte pelo menos um veículo de passeio.

Caixas de acomodação pequenas ocorrem frequentemente em interseções de vias com canteiro central.

Quando não for possível acomodar pelo menos um veículo de passeio na abertura do canteiro central, configura-se uma única interseção, **devendo** ser utilizada somente uma linha de retenção para a respectiva sinalização semafórica (Figura 10.7). Neste caso, a programação semafórica **deverá** prever que a via será atravessada em uma única etapa, o que interfere no cálculo do tempo de entreverdes.

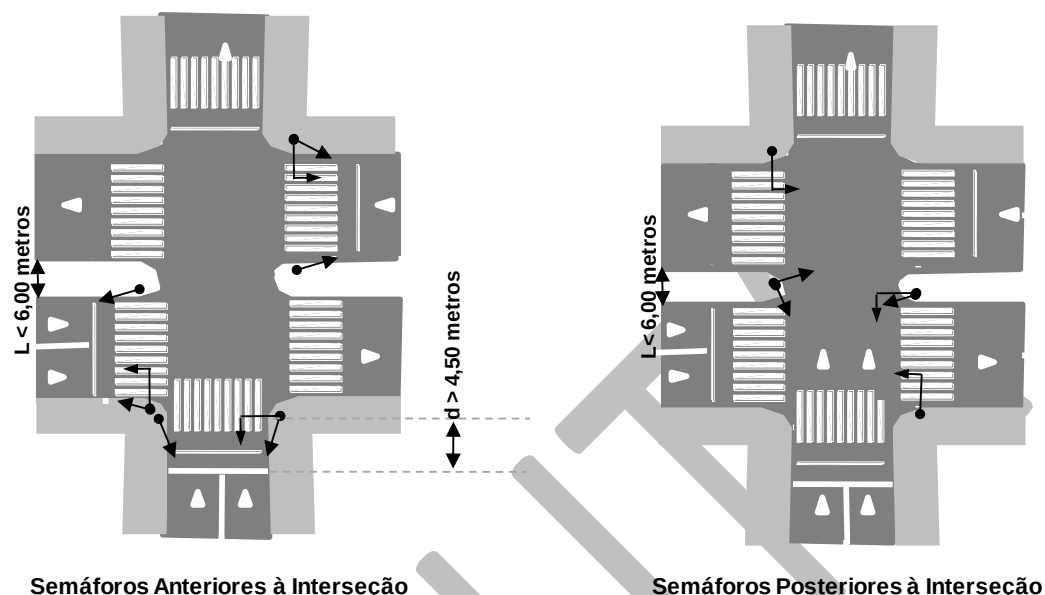


Figura 10.7: Sinalização semafórica com caixa de acomodação insuficiente

Quando for possível acomodar pelo menos um veículo de passeio (em interseção de via com canteiro central largo), **devem** ser implantadas duas linhas de retenção com respectivas sinalizações semafóricas, conforme Figura 10.8. Neste caso, a programação semafórica, tanto no que diz respeito ao tempo de entreverdes (prever ou não que a via seja atravessada em uma única etapa) quanto à defasagem, **deverá** levar em conta as características geométricas do local e a composição do tráfego.

Devido à proximidade das sinalizações semafóricas **deve** haver um cuidado especial na disposição dos grupos focais para evitar interpretações incorretas por parte do condutor. Esta preocupação **deve** ser estendida também à programação semafórica.

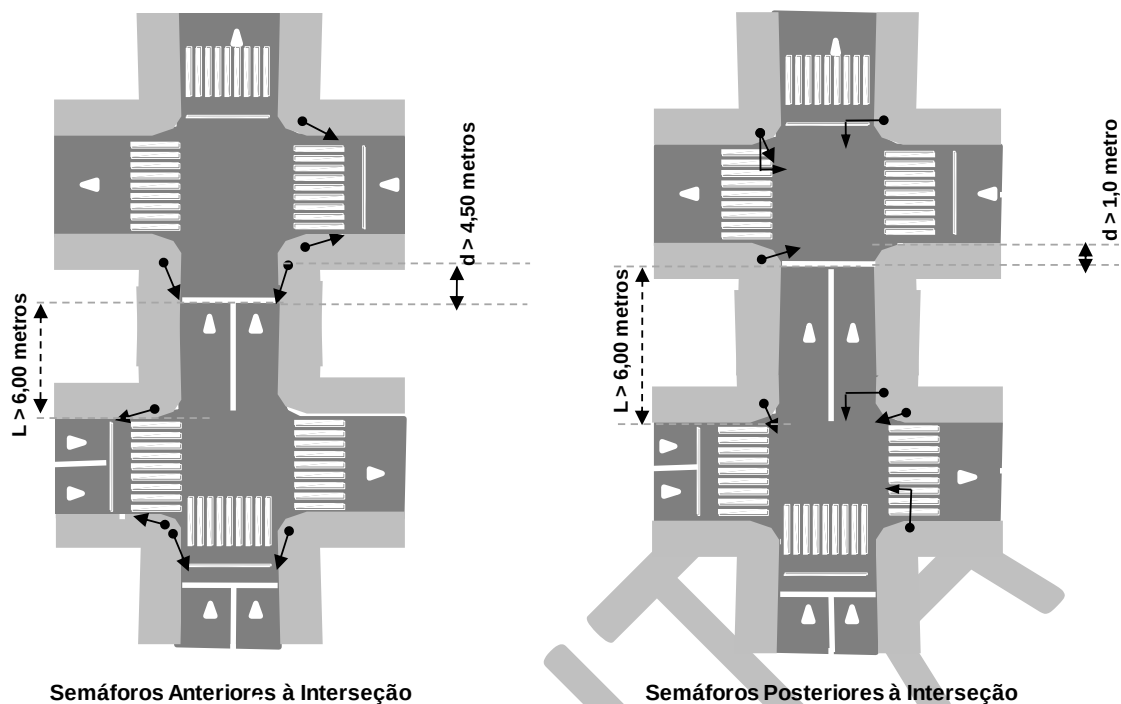


Figura 10.8: Sinalização semafórica com caixa de acomodação suficiente

10.2 Sinalização semafórica de pedestres

10.2.1 Critérios de uso de grupos focais de pedestres

Uma vez definida a implantação de sinalização semafórica em função do estabelecido no Capítulo 4, o uso dos grupos focais de pedestres **deve** atender os critérios a seguir discriminados.

10.2.1.1 Sinalização semafórica em meio de quadra.

Não é permitida a implantação de travessia semaforizada em meio de quadra apenas com grupos focais veiculares, sem grupos focais de pedestres.

10.2.1.2 Sinalização semafórica em interseções.

É obrigatório o uso dos grupos focais de pedestres nas travessias em que for atingido o parâmetro de verificação da necessidade da sinalização semafórica, conforme alínea [e] do item 4.2.1. Este uso é obrigatório, independentemente da decisão de implantação da sinalização semafórica ter sido baseada na abordagem de pedestres ou de veículos.

A decisão da implantação de grupos focais de pedestres em travessias não atendidas pelo exposto acima, **deve** considerar os seguintes fatores:

- ✓ visibilidade para o pedestre da indicação luminosa do grupo focal veicular;
- ✓ extensão da travessia;

- ✓ existência de dispositivos de proteção de pedestres;
- ✓ sinalizações semafóricas operando com mais de dois estágios;
- ✓ locais com demanda específica, como crianças, idosos, pessoas com dificuldade de locomoção.

10.2.1.3 Considerações Gerais.

Em travessias em duas etapas, realizadas em estágios distintos, em vias que possuam canteiro central com largura maior que 1,50 m, recomenda-se a locação das faixas de pedestres de forma desalinhada, para evitar a leitura errônea da indicação luminosa de pedestre em cada pista. Esta medida permite ao pedestre a percepção exata da sua travessia em cada etapa, conforme Figura 10.9.

Neste caso, **deve-se** observar que as faixas sejam sinalizadas de forma que o caminhamento dos pedestres no canteiro central seja efetuado no sentido contrário ao fluxo de veículos da travessia que será realizada.

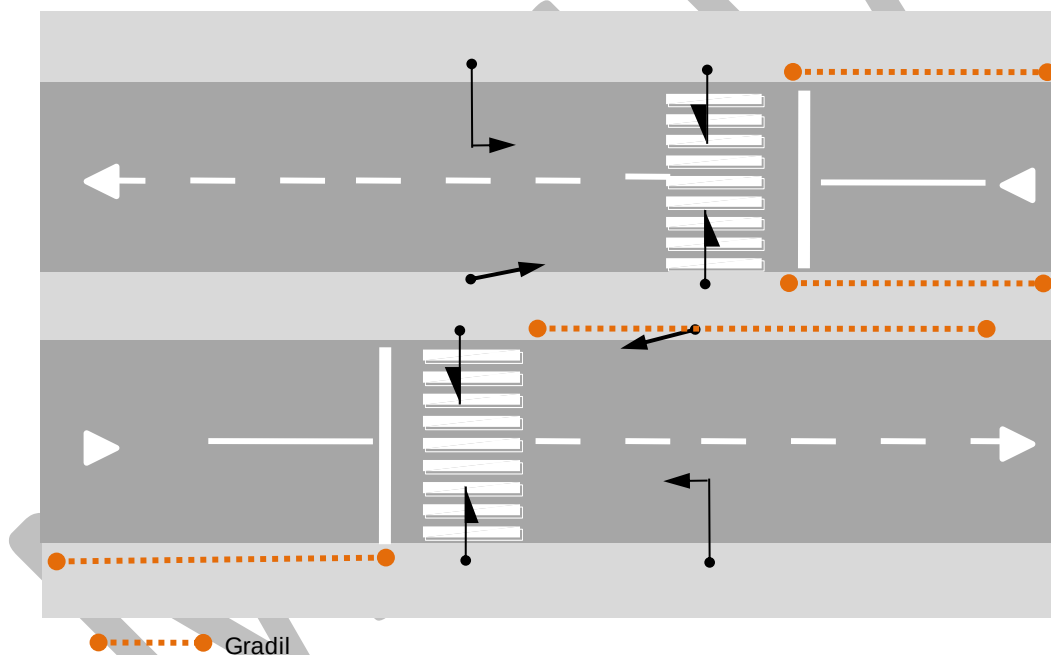


Figura 10.9: Travessias realizadas em estágios distintos

No caso em que a travessia total for composta por duas ou mais faixas de pedestres alinhadas, e existir a obrigatoriedade de colocação de grupos focais para pedestres, estes **devem** ser colocados em todas as faixas que compõem a linha de travessia.

Quando há necessidade de colocação de estágio de pedestre e o canteiro central não apresentar condições para a travessia em etapas, devido a espaço insuficiente, a travessia **deve** ser sinalizada com focos somente nas suas extremidades. Nesta situação, quando o estágio de pedestre for acionado por botoeira, pode ser necessário implantar coluna com botoeira no canteiro central, conforme mostra a Figura 10.10.

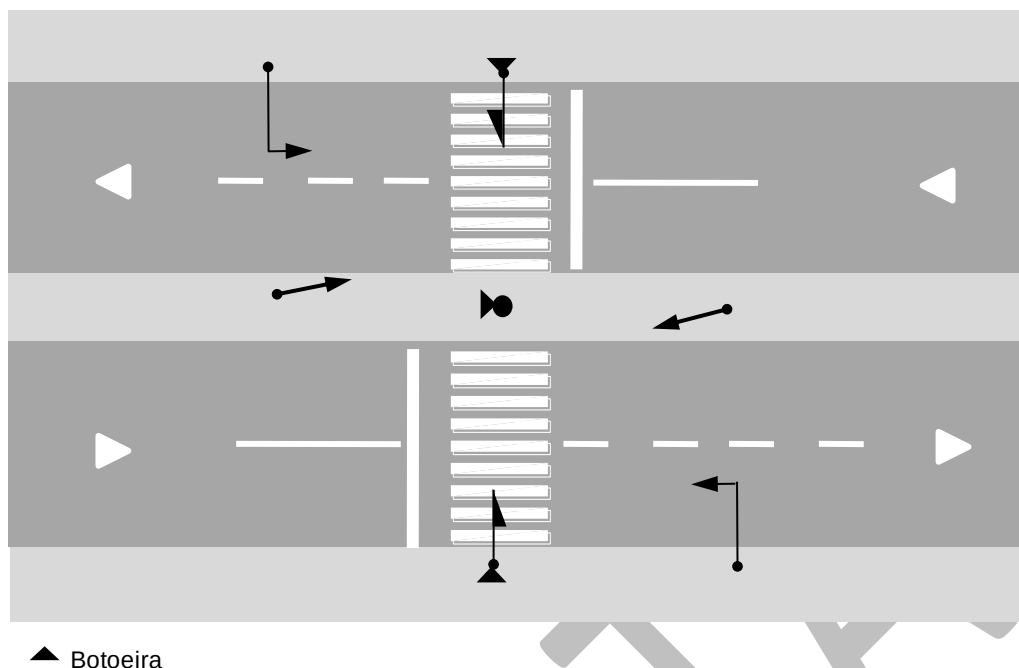


Figura 10.10: Travessia em um único estágio

10.2.2 Visibilidade dos semáforos (grupos focais)

A indicação luminosa do grupo focal **deve** ser visível pelos pedestres em toda a área de abrangência da faixa de travessia. Os grupos focais de pedestres **devem** ser posicionados de modo a não sofrer interferências visuais de postes de iluminação, controladores, colunas semafóricas, sinalização vertical, entre outras.

Recomenda-se os seguintes critérios para a definição do número e posicionamento dos grupos focais de pedestres:

- para faixas com largura igual ou inferior a 8m: um grupo focal em qualquer posição ao longo da largura da faixa;
- para faixas com largura entre 8 e 12 m: um grupo focal na porção central da faixa ou um grupo focal em cada extremidade da faixa;
- para faixas com largura superior a 12 m: no mínimo dois grupos focais, distribuídos na largura da faixa de modo a assegurar a visibilidade de todos os pedestres.

A Figura 10.11 apresenta exemplos de diferentes posicionamentos dos grupos focais de pedestres.

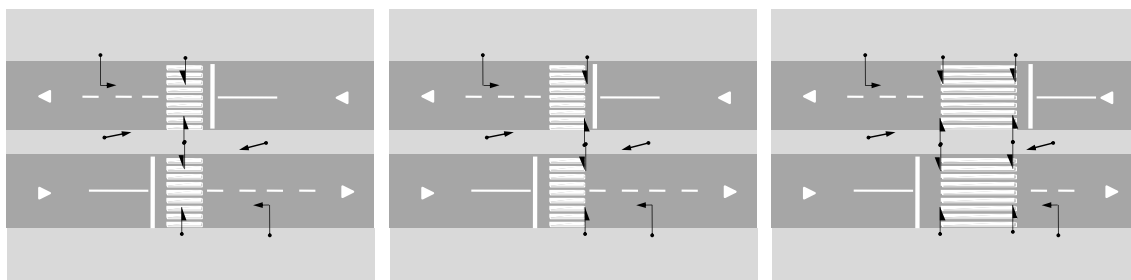


Figura 10.11: Exemplos de posições de grupos focais de pedestres

10.2.3 Critérios para o projeto de locação

A locação de grupos focais para pedestres **deve** seguir os seguintes critérios:

- instalar pelo menos um grupo focal para cada sentido de movimento dos pedestres, atendendo aos critérios de visibilidade indicados no item 10.2.2;
- evitar o conflito com as indicações luminosas veiculares;
- preservar o acesso às guias rebaixadas para pedestres, existentes ou a construir, conforme ilustrado na Figura 10.12;
- garantir o conforto dos pedestres, interferindo o mínimo possível na sua circulação.

Atendidos os critérios anteriormente referidos, **deve-se** procurar reduzir o número de colunas a ser implantadas, considerando que podem ser fixados em uma mesma coluna mais de um grupo focal, veicular ou de pedestres.

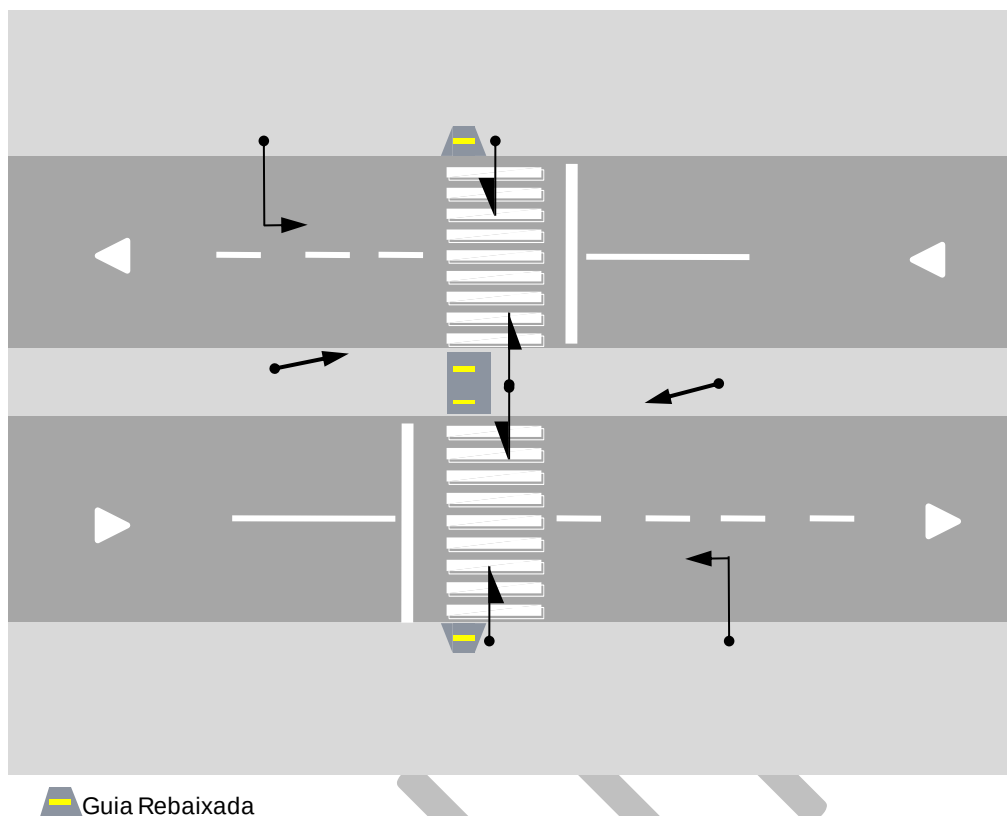


Figura 10.12: Exemplo de locação de grupos focais para pedestres

10.2.4 Afastamento lateral e altura livre

Conforme apresentado no item 10.1.5, o afastamento lateral mínimo de todo e qualquer elemento de sinalização semafórica **deve** ser de 0,30 metros do meio-fio e as colunas semafóricas são usualmente implantadas a uma distância de 0,80 m do meio-fio.

A altura livre dos grupos focais **deve** ser de 1,75 m a 2,0 m, podendo variar para mais em situações específicas (ver Figura 10.4).

10.2.5 Botoeiras de pedestres

Deve-se instalar botoeiras sempre que o estágio de pedestres for demandado em pelo menos um período do dia.

A botoeira **deve** ser posicionada de modo a permitir ao pedestre associar o dispositivo com a travessia correspondente (ver Figura 10.13). A coluna que sustenta a botoeira **deve** estar locada na calçada, respeitando os limites da faixa de pedestres e afastada a uma distância de no máximo 1,20m do meio-fio, conforme mostra a Figura 10.14.

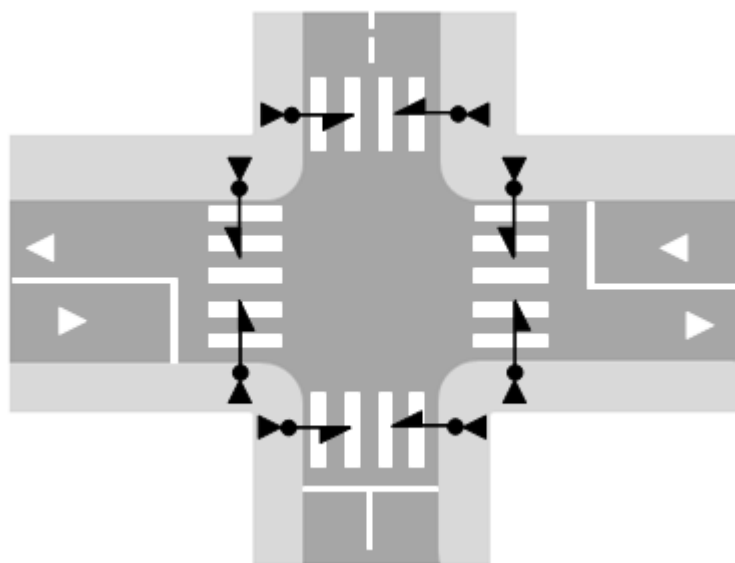


Figura 10.13: Posicionamento da botaieira junto à interseção

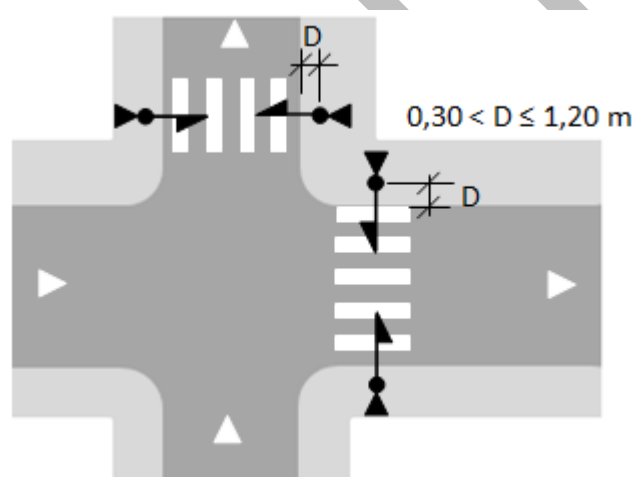


Figura 10.14: Afastamento da botaieira com relação ao meio-fio

Pode-se utilizar uma única botaieira para atender a duas travessias demandadas no mesmo estágio, desde que locada na área de ambas as travessias e respeitados os afastamentos laterais mínimos e máximos (ver Figura 10.15).

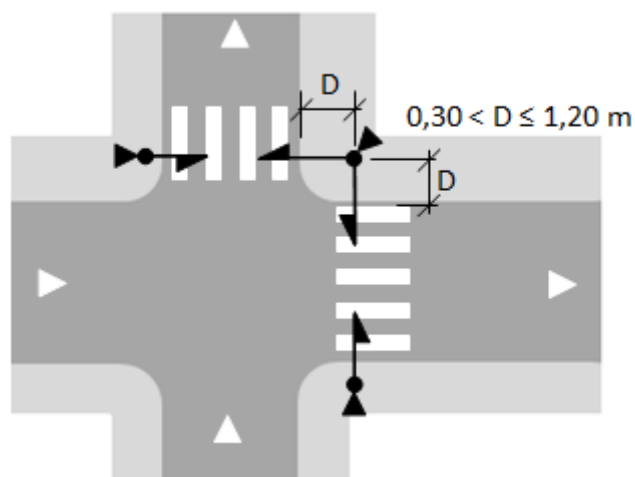


Figura 10.15: Botoeira única para atender duas travessias

A botoeira **deve** ser instalada a uma altura entre 0,80 e 1,20 metros, e vir acompanhada da placa ou adesivo educativo, conforme exemplos apresentados na Figura 3.9 do Capítulo 3.

O conjunto botoeira e placa ou adesivo **deve** ser instalado, preferencialmente, na coluna em que o grupo focal para pedestres estiver implantado, **devendo** estar visível e acessível ao pedestre.

Para a locação deste conjunto **deve** ser avaliada a direção dos fluxos de pedestres, o alinhamento das edificações e outras eventuais obstruções visuais.

Quando as condições de visibilidade não puderem ser atendidas pelo posicionamento padrão, pode-se locar o conjunto em ângulo diferente do usual ou utilizar duas placas ou adesivos, conforme exemplos mostrados nas Figuras 10.16 e 10.17.

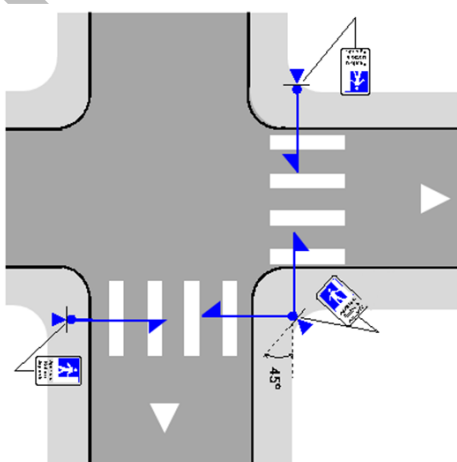


Figura 10.16: Posicionamento do conjunto em ângulo diferente do usual

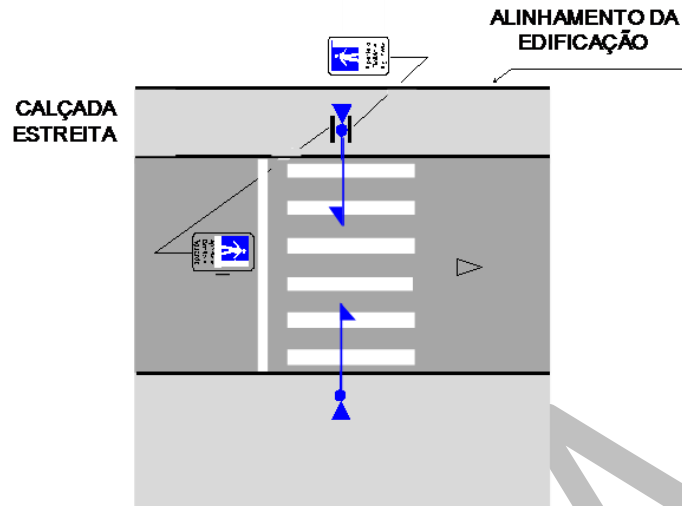


Figura 10.17: Uso de duas placas para sinalizar uma única botoeira

10.3 Semáforo de ciclistas

10.3.1 Critérios de uso de grupos focais de ciclistas

A implantação de grupos focais de ciclistas **deve** ocorrer sempre que as condições de circulação do tráfego no local justificar a definição de um estágio específico para o atendimento aos ciclistas.

Outros critérios para a implantação de grupos focais de ciclistas serão abordados em manual específico.

10.3.2 Visibilidade dos semáforos (grupos focais)

A indicação luminosa do grupo focal **deve** ser visível pelos ciclistas em toda a área de abrangência da sinalização horizontal (vermelha) que delimita a travessia. Os grupos focais de ciclistas **devem** ser posicionados de modo a não sofrer interferências visuais de postes de iluminação, controladores, colunas semaforicas, sinalização vertical, entre outras.

Por se tratar de uma travessia às vezes montada, recomenda-se que as colunas de semáforos para ciclistas fiquem posicionadas numa das extremidades da travessia.

10.3.3 Critérios para o projeto de locação

A locação de grupos focais para ciclistas **deve** seguir os seguintes critérios:

- instalar pelo menos um grupo focal para cada sentido de movimento dos ciclistas, atendendo aos critérios de visibilidade indicados no item 10.3.2;
- evitar o conflito com as indicações luminosas veiculares e dos pedestres;
- no caso de calçada compartilhada com os pedestres, preservar o acesso às guias rebaixadas existentes ou a construir, inclusive para pedestres;

- d) garantir o conforto dos ciclistas, interferindo o mínimo possível na sua circulação.

Atendidos os critérios anteriormente referidos, **deve-se** procurar reduzir o número de colunas a ser implantadas, considerando que podem ser fixados em uma mesma coluna mais de um grupo focal, veicular ou de pedestres.

10.3.4 Afastamento lateral e altura livre

O afastamento lateral e a altura livre **devem** seguir o exposto no item 10.2.4, referente ao semáforo para pedestres.

10.4 Critérios de locação do controlador semafórico

O controlador é o equipamento responsável pela execução da programação semafórica bem como pelo chaveamento (liga e desliga) das lâmpadas dos grupos focais.

A posição a ser escolhida para locação de controladores na via **deve** observar diversos itens envolvendo condições operacionais, de segurança e de otimização de materiais e serviços para a instalação. Os controladores **devem** ser locados:

- a) de forma a garantir um afastamento lateral mínimo de 0,50m do meio-fio;
- b) na calçada, de forma a não interferir na circulação de pedestres;
- c) visando otimizar a quantidade de cabos e dutos de instalação elétrica, de grupos focais, de laços detectores e de rede de comunicação;
- d) em locais com espaço suficiente para execução dos serviços de operação e manutenção, a fim de permitir que o técnico possa permanecer sobre a calçada com segurança;
- e) em locais com boa visibilidade da área da interseção, a fim de facilitar a operação manual;
- f) próximos ao ponto da rede elétrica que possa servir de tomada para a alimentação;
- g) próximos à rede de comunicação com outros controladores ou com o centro de controle.

A instalação de controladores **não deve** ser feita em locais:

- a) em que, havendo acidentes de trânsito, os veículos envolvidos tenham a tendência de atingir o controlador;
- b) em que ocorrem manobras para acesso a lotes ou estacionamentos, para evitar acidentes com o controlador;
- c) próximos a faixas de travessia de pedestres, interferindo no deslocamento dos mesmos;

- d) com intensa movimentação de pedestres, tais como pontos de ônibus, estações do metrô, pontos comerciais;
- e) próximos a cabos de alta tensão e linhas de trólebus/bondes;
- f) sujeitos a enchentes e alagamentos; caso não seja possível evitar esses locais **deve-se** adotar bases mais altas para proteger o controlador da linha d'água;
- g) ermos, que propiciem atos de vandalismo.

MANUTENÇÃO

11 . REMOÇÃO DE SINALIZAÇÃO SEMAFÓRICA

11.1 Introdução

Conforme visto no Capítulo 4, o uso da sinalização semafórica, quando justificado, produz impactos positivos no controle de trânsito, apresentando muitas vantagens, seja no aumento da segurança, seja na melhoria da fluidez.

Desse modo, a avaliação da necessidade da permanência de uma sinalização semafórica é tão importante quanto a decisão de se implantar uma nova.

A dinâmica do trânsito em um local varia ao longo do tempo, por várias razões, tais como: variação do número de usuários do local; alteração no uso e ocupação do solo; e modificação das condições de circulação no entorno.

Essas alterações **devem** ser acompanhadas de ajustes na sinalização viária, incluindo a semafórica. Elas podem, inclusive, levar à necessidade da retirada da sinalização semafórica. Exemplos de situações em que a retirada da sinalização semafórica é recomendada:

- a) término da intervenção na via pública ou em área adjacente (obra viária ou de edificação) que justificou a implantação da sinalização semafórica;
- b) redução da intensidade do fluxo veicular a um nível que possibilite o controle do trânsito por outros meios, como minirrotatórias ou sinalização vertical de regulamentação de preferência de passagem;
- c) desativação de um polo gerador de viagens, como um hospital, escola etc, cuja movimentação de usuários justificava a sinalização semafórica;
- d) implantação de travessia de pedestres em desnível nas proximidades da travessia controlada por sinalização semafórica.

11.2 Metodologia de tomada de decisão para remoção de sinalização semafórica

A metodologia a ser utilizada para a decisão referente à remoção de sinalização semafórica envolve as seguintes atividades, a serem realizadas em sequência: estudo técnico; avaliação prática da operação sem sinalização semafórica; e tomada de decisão.

11.2.1 Estudo técnico

O estudo técnico **deve**:

- a) resgatar o histórico da implantação da sinalização semafórica, verificando se ela foi implantada por questões de segurança, de fluxo, de atraso ou por combinação desses aspectos;
- b) verificar se houve no local alterações no uso e ocupação do solo e/ou no fluxo, que teriam impacto sobre as condições consideradas para implantação da sinalização semafórica;

- c) não havendo dados históricos sobre a implantação, verificar as condições de uso e ocupação do solo no local, bem como os fluxos de todos os tipos de usuários;
- d) a partir das verificações indicadas nas alíneas “b” ou “c”, inferir o risco a que os usuários ficariam expostos no caso de remoção da sinalização semafórica;
- e) realizar acompanhamento da operação da sinalização semafórica para verificar a obediência à sinalização, e coletar os dados necessários para rever a adequação da atual programação semafórica;
- f) definir a programação semafórica mais adequada para o local levando em conta o tipo de controle existente;
- g) implantar e acompanhar a programação semafórica, definida na alínea “f”, verificando se a presença da sinalização semafórica é dispensável em função dos fluxos a serem controlados;
- h) a partir das análises realizadas nas alíneas “d” e “g” **deve-se** concluir pela permanência ou remoção da sinalização semafórica do local.

No caso de sinalização semafórica com dois estágios, sem estágio dispensável, a verificação indicada na alínea “g” consiste na observação em campo do número de ciclos vazios (número de ciclos sem demanda na via secundária e/ou sem a presença de pedestres na travessia crítica), na hora-pico para cada um dos tipos de demanda. Se esse número representar, pelo menos, oito ciclos da hora-pico correspondente, tem-se a indicação de que a sinalização semafórica é dispensável em função dos fluxos do estágio analisado. Esse critério corresponde ao dobro do número de ciclos vazios que recomendam a não implantação da sinalização semafórica em função do fluxo veicular (ver item 4.2.2).

No caso de sinalização semafórica com dois estágios, com estágio dispensável, a verificação indicada na alínea “g” consiste na observação em campo do número de vezes que o estágio dispensável foi implementado (por demanda veicular na via secundária e/ou por demanda de pedestre na botoeira), na hora-pico para cada um dos tipos de demanda. Se o estágio foi implementado em um número de vezes inferior a 15% do número máximo de ciclos que poderia ter ocorrido na hora-pico correspondente, tem-se a indicação de que a sinalização semafórica é dispensável em função dos fluxos do estágio analisado.

Em interseções controladas por mais de dois estágios (n estágios), as verificações anteriormente referidas para o estágio que serve à via secundária **devem** ser realizadas para todos os estágios. A sinalização semafórica somente **deverá** ser removida e em “ $n-1$ ” estágios a condição para retirada for atendida.

Havendo recomendação para a remoção da sinalização semafórica, **deve** ser elaborado o projeto de implantação da solução não-semafórica adequada, definida a partir das orientações do Capítulo 4.

Todos os documentos referentes à realização do estudo técnico **devem** ser reunidos e organizados em um relatório técnico, a fim de subsidiar o gestor de trânsito em sua decisão de retirada e servir como histórico para consultas futuras.

11.2.2 Avaliação prática da operação sem sinalização semafórica

No caso do estudo técnico recomendar a remoção da sinalização semafórica, **deve** ser realizada uma avaliação prática da implantação dessa medida antes de efetivá-la.

Essa avaliação consiste no desligamento dos semáforos por um tempo pré-estabelecido. Em geral, um período mínimo de um e máximo de três meses é o suficiente para que a intervenção esteja consolidada e a sinalização desativada possa ser retirada definitivamente.

Operacionalmente, esse procedimento **deve** ocorrer concomitantemente à implantação da solução não-semafórica. Os semáforos **devem** ser desligados e ensacados (ou seja, recobertos, de preferência por plástico preto). Essa providência visa deixar mais clara ao condutor a desativação, evitando que a ausência da informação luminosa seja atribuída à falta de energia elétrica. Além disso, **devem** ser instaladas placas com a informação “Desligado” para todas as aproximações (Figura 11.1).

O desligamento da sinalização semafórica deve ser precedido de ampla divulgação junto aos usuários da via, seja por meio de dispositivos visuais (por exemplo, faixas de pano), seja por intermédio dos meios de comunicação.

A partir do desligamento, o órgão gestor de trânsito **deve** acompanhar o comportamento do trânsito no local e aguardar eventuais manifestações dos usuários.

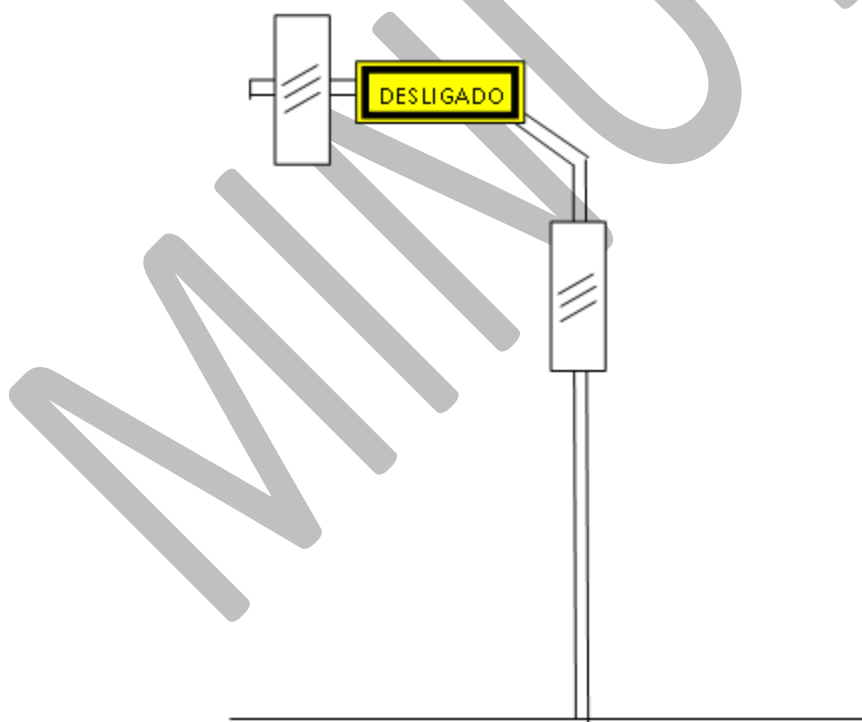


Figura 11.1: Grupos focais ensacados e placa “desligado”

No caso da solução não semafórica adequada implicar na implantação de alterações de geometria viária, tais como minirrotatórias, refúgios para pedestres, dentre outros, a avaliação prática descrita nesta seção pode ser dispensada, partindo-se diretamente para a tomada de decisão a partir do resultado do estudo técnico.

11.2.3 Tomada de decisão

Com base nos resultados do acompanhamento realizado durante o período de avaliação prática, o órgão gestor **deve** definir sobre a remoção definitiva, ou não, da sinalização semafórica do local.

Todo o histórico até a desativação definitiva **deve** ser acrescido ao relatório técnico referido no item 11.2.1.

MANUT